

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

REC'D. 05 APR 2004

WIPO

PCT

PCT/SE 2004 / 000406

Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande Flow Holdings Sagl, Mezzovico CH
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0300764-8
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2003-03-21
Date of filing

Stockholm, 2004-03-24

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Marita Öun
Marita Öun

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN

Postadress/Adress
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATOREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

AWAPATENT AB

Kontor/Handläggare
Göteborg/Tommy Somlo/JFD

Ansökningsnr

Vår referens
21000643

1

ISOSTATPRESS FÖR HÖGTRYCKSBEHANDLING

Tekniskt område

Föreliggande uppfinning hänför sig till en isostatpress för högtrycksbehandling av en produkt i isostatpressens tryckkammare. Uppfinningen hänför sig även till ett förfarande, en behållare, en anläggning och användning för högtrycksbehandling av en produkt medelst en sådan isostatpress.

10 Teknisk bakgrund

Isostatpressar av det inledningsvis nämnda slaget har olika användningsområden. Ett användningsområde är isostatisk högtrycksbehandling av produkter såsom livsmedel, läkemedel, kosmetika etc. Isostatisk högtrycksbehandling av detta slag syftar till att inaktivera oönskade mikroorganismer och enzymer i produkten, varvid produktens hållbarhet förlängs utan att produktens kvalitet påverkas negativt. Isostatisk högtrycksbehandling är, jämfört med traditionella metoder för värmebehandling, särskilt lämplig för livsmedel då livsmedlets naturliga smaker, lukter och näringsämnen bevaras bättre samt att processtiderna är kortare. Isostatisk högtrycksbehandling innebär att produkten utsätts för lika tryck från alla sidor, varvid produkten, även om den krymper, inte kommer att ändra sin geometriska form under behandlingen. Trycket i isostatpressen vid högtrycksbehandling av livsmedel uppgår typiskt till mellan omkring 2000-10000 bar. I vissa isostatpressar kan dock ett högre tryck appliceras, såsom upp till omkring 15000 bar.

Vid isostatisk högtrycksbehandling av livsmedel och liknande produkter är det önskvärt att åtskilja livsmedlet från tryckmediet i isostatpressen. I den kända

tekniken görs detta genom att livsmedlet placeras i en förpackning utformad av ett flexibelt material som medger trycköverföring från tryckmediet till produkten som skall behandlas. Typiskt är nämnda förpackning utformad som ett flexibelt tråg eller en påse som står i direkt kontakt med tryckmediet i isostatpressen. Genom att höja trycket i isostatpressen överförs det ökade trycket till produkten via dess flexibla förpackning och produkten kommer således att behandlas.

Vid isostatisk högtrycksbehandling av livsmedel och liknande produkter har isostatpressen och tryckmediet i isostatpressen typiskt en temperatur på ca 10-120°C. Produkten som skall högtrycksbehandlas kommer under behandlingen att anta väsentligen samma temperatur som isostatpressen, vilket ofta också är föredraget. Inom den kända tekniken finns det idag en strävan efter att åstadkomma isostatpressar där produktens och isostatpressens temperatur skall vara väsentligen den samma under hela behandlingen. Ett problem uppstår dock när man vill högtrycksbehandla produkter i fryst tillstånd utan att dessa tinar under behandlingen då det visat sig vara svårt att utnyttja en isostatpress som under drift har samma låga temperatur som den frysta produkten.

Det finns idag ett behov av att kunna högtrycksbehandla frysta produkter utan att dessa tinar. Traditionella isostatpressar erbjuder inte några möjligheter till högtrycksbehandling av frysta produkter utan att dessa tinar, varför det följaktligen behövs förbättringar med syfte att undanröja detta problem.

Sammanfattning av uppfinningen

Ett ändamål med föreliggande uppfinning är att åstadkomma en isostatpress som är beskaffad så att en tillfredställande högtrycksbehandling av produkter som har en temperatur lägre än 0°C erhålls där produktens

temperatur inte överskrider 0°C någon gång under högtrycksbehandlingen.

5 Ett annat ändamål med uppfinningen är att tillhandahålla ett förfarande för högtrycksbehandling av produkter som har en temperatur lägre än 0°C där produktens temperatur inte överskrider 0°C någon gång under högtrycksbehandlingen.

10 Ytterligare ändamål med uppfinningen är att tillhandahålla en behållare, en anläggning och användning för högtrycksbehandling av produkter som har en temperatur lägre än 0°C där produktens temperatur inte överskrider 0°C någon gång under högtrycksbehandlingen

15 Ovanstående ändamål och andra ändamål som kommer att framgå av den följande beskrivningen uppnås genom en isostatpress, ett förfarande, en behållare, en anläggning och användning i enlighet med de bifogade patentkraven.

20 Till grund för uppfinningen ligger en insikt om att man genom att uppta adiabatisk avgiven värme kan hålla produktens temperatur under 0°C under hela högtrycksbehandlingen. Detta kan med relativt enkla medel åstadkommas genom utnyttjande av en kropp som under högtrycksbehandlingen upptar adiabatisk värme som avges från till kroppen angränsande substanser.

25 Enligt en aspekt av uppfinning åstadkoms en isostatpress innefattande en tryckkammare avsedd att innehålla ett första tryckmedium och en anbringbar försluten behållare avsedd att innehålla ett andra tryckmedium och en produkt som har en temperatur lägre än 0°C, vilken behållare åtskiljer det första tryckmediet
30 från det andra tryckmediet. Åtskilda tryckmedier enligt uppfinningen medger en möjlighet att använda tryckmedier med olika beskaffenhet i behållaren respektive tryckkammaren då dessa inte står i fluidförbindelse med varandra. Enligt uppfinningen är behållaren försedd med
35 ett trycköverföringsorgan avsett att överföra tryck från det första tryckmediet till det andra tryckmediet. Behållaren innefattar även en kropp som är gjord av ett

material som har låg adiabatisk värmeavgivning relativt angränsande substanser, varvid kroppen är anordnad så att den upptar avgiven adiabatisk värme från angränsande substanser under högtrycksbehandlingen.

- 5 Således skapar man helt nya förutsättningar att högtrycksbehandla produkter som har en temperatur lägre än 0°C medelst en isostatpress där uppvärmning av produkten till följd av termisk övergång från omgivningen motverkas på ett enkelt och effektivt sätt. Möjligheten
10 att motverka värmestegring är av extra stort intresse då frysta produkter som inte får tina under högtrycksbehandlingen skall behandlas medelst en isostatpress.

- När ett system sätts under tryck kommer energi att
15 överföras till systemet, vilket leder till att temperaturen höjs hos de trycksatta substanserna. Temperaturstegringen är beroende av substansernas kompressibilitet, varvid mjuka substanser kommer att uppvärmas mer än hårda substanser. Vid isostatisk
20 högtrycksbehandling kommer följaktligen temperaturen att stiga i alla kompressibla substanser enligt känt mönster, så kallad adiabatisk temperaturstegring.

- I en isostatpress enligt uppfinningen kommer temperaturen hos kompressibla substanser att stiga till
25 följd av nämnda adiabatisk temperaturstegring vid högtrycksbehandlingen. Temperaturen hos den i behållaren ingående kroppen med låg adiabatisk värmeavgivning kommer under trycksättningen att stiga försumbart relativt nämnda kompressibla substanser. Under
30 högtrycksbehandlingen kommer kroppen med en lägre temperatur relativt omgivningen följaktligen att uppta adiabatisk värme avgiven från angränsande substanser till kroppen.

- Genom anordnande av en kropp med stor termisk massa
35 i behållaren möjliggörs att en väsentligen stor mängd adiabatiskt avgiven värme från substanser angränsande till kroppen kan upptas av kroppen på ett effektivt sätt.

Med en kropp som har stor termisk massa avses i denna ansökan en kropp som från angränsande substanser kan uppta avgiven värme med en påföljande temperaturstegring hos partier av kroppen, under tryckstegringen av
5 isostatpressen, som underskrider den hos produkten och det andra tryckmediet erhållna temperaturen till följd av adiabatisk temperaturökning. Lämplig dimension på kroppen avgörs av hur mycket värme som skall upptas.

Mängden bildad värme till följd av tryckökningen
10 under högtrycksbehandlingen beror i sin tur på den adiabatiska temperaturstegringskaraktistiken hos angränsande substanser, substansernas volym och trycket som appliceras. Genom att tillhandahålla en sluten behållare innefattande en värmeupptagande kropp
15 möjliggörs en mycket fördelaktig motverkan av att temperaturen hos produkten i behållaren stiger till följd av uppvärmning från omgivande substanser, vilket inte är möjligt att åstadkomma medelst traditionella isostapressar där produkten högtrycksbehandlas i ett
20 flexibelt tråg, en påse eller liknande tunnväggig förvaringsanordning.

Kroppen i behållaren är företrädesvis utformad av ett material med hög värmekapacitet, såsom metall, för att tillhandahålla god värmeupptagningsförmåga från
25 omgivningen. Det är fördelaktigt att utforma kroppen av rostfritt stål eller annat material som inte heller korroderar. Rostfritt stål har ytterligare fördelar relativt många andra metaller genom att det ger en för ändamålet lämplig värmekapacitet ($C_p \approx 0,48 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$), är
30 enkelt att bearbeta och är billigt. Det är även möjligt att utforma kroppen av flera ingående material med olika karakteristik, vilka material i olika lager tillsammans utgör kroppen. Det skall inses att kroppen kan anordnas på många olika sätt i behållaren för att uppfylla
35 ovanstående ändamål.

En för ändamålet lämplig isostatpress innefattar en behållare där kroppen utgör åtminstone en del av

behållarens vägg. Detta åstadkoms företrädesvis genom att utforma åtminstone en del av behållarens vägg i ett material med låg adiabatisk värmeavgivning och låg termisk resistivitet, varigenom denna del av väggen utgör

5 nämnda kropp som upptar värme under högtrycksbehandlingen enligt beskrivningen ovan. För att behållaren skall uppta den adiabatiska värmeavgivningen på ett effektivt sätt, enligt den ovan beskrivna kroppen, utformas behållarens vägg på ett sådant sätt att den utgör en termisk massa

10 som står i proportion till mängden avgiven värme under högtrycksbehandlingen från till väggen angränsande substanser. Behållaren kan utformas med olika geometrisk form, såsom företrädesvis cylindrisk eller annan för ändamålet lämplig form. För att erhålla en stor termisk

15 massa som på ett effektivt sätt kan uppta avgiven värme från angränsande substanser utgörs en väsentligen stor del av behållarens vägg av kroppen. Den värmeupptagande kroppen kan i en föredragen långsträckt cylinderformad behållare exempelvis åtminstone utgöra den krökta

20 cylindriska väggen, men även ändarna på cylindern kan med fördel utgöras av ett värmeupptagande material med stor termisk massa.

Behållaren är med fördel åtminstone delvis försedd med en termisk isolering. Genom att hålla det första

25 tryckmediet i isostatpressen och det andra tryckmediet i behållaren åtskilda medelst en åtminstone delvis isolerad slutna behållare motverkar man termisk övergång mellan det första tryckmediet och det andra tryckmediet före, under och efter högtrycksbehandlingen, varvid det andra

30 tryckmediets och följaktligen produktens temperatur påverkas marginellt av det till behållaren omgivande första tryckmediets temperatur.

I det fall då isoleringen utgörs av en kompressibel substans, vilket kännetecknar många isolatorer, såsom

35 exempelvis gummi, kommer isoleringen att adiabatiskt värmas under högtrycksbehandlingen till följd av kompression av isoleringen. Den från isoleringen avgivna

värmen kommer att värma upp det andra tryckmediet och produkten om inte detta motverkas, varför isoleringen företrädesvis anordnas på utsidan av behållarens vägg. Genom placering av isoleringen på utsidan av behållarens vägg kommer den adiabatiska värmeavgivningen från isoleringen, som uppstår när denna komprimeras under högtrycksbehandlingen, att upptas av behållarens vägg. Därmed motverkas att den adiabatiska värmeavgivningen från isoleringen påverkar temperaturen hos den i behållaren inneslutna produkten. Den isolerade behållaren anordnas företrädesvis med en vägg som har en stor termiska massa avsedd att uppta både adiabatisk värme avgiven från isoleringen samt produkten och det andra tryckmediet åtminstone närmast väggen i behållaren, varvid en temperaturökning hos produkten till följd av termisk övergång från omgivningen vid högtrycksbehandlingen motverkas.

Som ett exempel på den i isostatpressen anbringbara behållaren har väggen en termisk massa på omkring 80kJ/grad K. Den omkring väggen och botten anordnade isoleringen har vid ett föredraget tryck i tryckkammaren på ca 6000 bar en termisk värmeavgivning på omkring 120kJ till följd av adiabatisk värmeavgivning. Den avgivna värmen från isoleringen bidrar därmed till att väggens temperatur kommer att stiga med omkring 1,5°C under högtrycksbehandlingen. Väggen kommer under högtrycksbehandlingen även att uppta adiabatisk avgiven värme från det andra tryckmediet och produkten åtminstone närmast väggen, vilket ytterligare bidrar till en temperaturökning på omkring 5°C vid det ovan angivna trycket. Det skall inses att ovan angivna värden på termisk massa och avgiven värme enbart är exemplifierande för en utföringsform av behållaren där en mängd modifieringar av behållarens utformning kan göras inom ramen för uppfinningen.

Enligt en utföringsform av uppfinningen är behållaren anordnad med en tidigare beskriven vägg som

- fungerar som kroppen för värmeupptagning av adiabatisk värmeavgivning från isoleringen anordnad på väggens utsida samt produkten och det andra tryckmediet åtminstone närmast väggen i behållaren. Utanför nämnda
- 5 vägg, som bildar en inre vägg, är en yttre vägg anordnad bildande ett mellanrum mellan den inre och yttre väggen, vilket mellanrum är avsett att inrymma en termisk isolering som motverkar att det första tryckmediet i tryckkammaren termiskt påverkar produkten och det andra
- 10 tryckmediet i behållaren. Typiskt utgörs isoleringen av en termiskt isolerande substans i form av en polymer, såsom företrädesvis naturgummi eller EPDM (etenpropengummi). Det är emellertid möjligt att tillhandhålla en behållare där mellanrummet utgörs av en
- 15 fluid, vakuum eller annan termisk isolering. För en isolering av EPDM (etenpropengummi) eller naturgummi har en tjocklek på åtminstone 5mm, företrädesvis 5-15 mm, i synnerhet 8-12 mm, visat sig var lämpligt för utnyttjande i föreliggande uppfinning.
- 20 I det fall att den termiska isoleringen utgörs av en substans, såsom EPDM (etenpropengummi) eller naturgummi, har den yttre väggen till funktion att skydda isoleringen mot mekanisk åverkan vid hantering av behållaren samt att stötta och hålla samman behållarens struktur. Den yttre
- 25 väggen, företrädesvis gjord av väsentligen tunn rostfri plåt, medger också en lätthanterlig och genom sina släta ytor hygienisk behållare. Föredraget är att utnyttja den yttre väggen för att fästa lyftkrokar eller liknande organ för användning när behållaren skall lyftas och
- 30 transporteras. Det är emellertid även möjligt att fästa lyftkrokar eller liknande organ i den inre väggen för samma ändamål, i vilket fall den yttre väggen kan utelämnas om så önskas. Med en isolering av naturgummi eller EPDM är det fördelaktigt att fixera denna mot
- 35 behållarens inre vägg genom limning, såsom vulklimning. Om behållaren är anordnad med en yttre vägg kan denna

hålla isoleringen på plats mot behållarens inre vägg, varvid fixering kan avvaras om så finnes lämpligt.

Den inre väggen tillverkas företrädesvis av rostfritt stål till en önskad geometri. Den inre väggens tjocklek dimensioneras beroende på hur mycket värme som skall upptas under högtrycksbehandlingen till följd av adiabatisk temperaturstegring hos till väggen angränsande substanser. Mängden värme som avges från dessa substanser beror i sin tur på den adiabatiska temperaturstegringskaraktistiken hos dessa angränsande substanser, substansernas volym och trycket som appliceras i högtryckspressen. En vägg-tjocklek hos den inre väggen på åtminstone 5 mm, företrädesvis 5-15 mm, i synnerhet 8-12 mm, har visat sig var lämpligt för utnyttjande i föreliggande uppfinning.

Trycköverföring från det första tryckmediet i isostatpressen till det andra tryckmediet i behållaren utnyttjas för att högtrycksbehandla produkten innesluten i behållaren. Behållarens inre vägg är företrädesvis väsentligen styv och har ingen trycköverförande verkan mellan det första tryckmediet och det andra tryckmediet, vilket är en väsentlig skillnad jämfört med känd teknik där flexibla tråg eller påsar i sig självt utgör den trycköverförande verkan. I föreliggande uppfinning utnyttjas en behållare med en företrädesvis styv inre vägg för att erhålla den tidigare nämnda kroppen med låg adiabatisk uppvärmning relativt angränsande substanser, varvid kroppen upptar värme från angränsande substanser under högtrycksbehandlingen. För en isostatpress enligt uppfinningen sker trycköverföringen medelst ett i behållaren ingående trycköverföringsorgan, vilket är åtminstone delvis rörligt anordnat relativt behållarens inre vägg. Vid en tryckförändring hos det första tryckmediet kommer trycköverföringsorganet att möjliggöra en volymförändring hos det andra tryckmediet i syfte att upphäva tryckskillnaden mellan det första tryckmediet och det andra tryckmediet.

För att åstadkomma trycköverföring från det första tryckmediet i tryckkammaren till det andra tryckmediet i behållaren är trycköverföringsorganet i en utföringsform av uppfinningen utformat som en löskolv. Med löskolv
5 avses en åtminstone delvis rörligt och löst anordnad kolv relativt behållarens inre vägg, varvid löskolven möjliggör en volymförändring hos det andra tryckmediet i syfte att upphäva en eventuell tryckskillnaden mellan det första tryckmediet relativt det andra tryckmediet.
10 Löskolven är anordnad så att den åtminstone delvis kan röra sig längs väsentligen hela behållarens inre längd för att följa variationer hos det andra tryckmediets nivå till följd av överförda tryckvariationer hos det första tryckmediet. Trycköverföringsorganet i form av en löskolv
15 är tättslutande anordnat i behållaren så att det åtskiljer det första tryckmediet i tryckkammaren från fluidförbindelse med det andra tryckmediet i behållaren. Typiskt kan löskolven utgöra en borttagbar och förslutningsbar tillslutning av den inre volymen hos
20 behållaren. Löskolven medger därmed att behållaren kan öppnas för införsel och utförsel av produkter respektive nämnda andra tryckmedium och därefter följaktligen återförslutas. Det är emellertid även möjligt att uppnå samma funktion genom att utnyttja trycköverföringsorgan
25 med annan utformning, såsom membran, bälg, etc.

I en annan utföringsform enligt uppfinningen utgörs trycköverföringsorganet av ett flexibelt membran som är delvis rörligt relativt behållarens inre vägg, varvid en
eventuell tryckskillnad mellan det första tryckmediet och
30 det andra tryckmediet upphävs genom att membranets rörlighet möjliggör en volymförändring hos det andra tryckmediet i behållaren relativt trycket i det första tryckmediet. Membranet är tättslutande anordnat mot behållaren för att åtskilja det första tryckmediet i
35 tryckkammaren från fluidförbindelse med det andra tryckmediet i behållaren. Företrädesvis hålls membranet fast mot behållaren med en löstagbar klämanordning, såsom

ett gummiband, för att möjliggöra att membranet kan utnyttjas som en borttagbar och förslutningsbar tillslutning av behållarens inre volym vid införsel och utförsel av produkten och det andra tryckmediet.

- 5 Trycköverföringsorganet är utformat så att det utgör en relativt liten yta, men tillräckligt stor för att åstadkomma trycköverföring, av behållarens totala yta som i övrigt är helt eller delvis isolerad. Genom att utforma trycköverföringsorganet med en, relativt hela behållaren, 10 liten yta motverkas en termisk övergång mellan det första tryckmediet och det andra tryckmediet via trycköverföringsorganet. Särskilt föredraget är att utforma trycköverföringsorganet med en isolerande och värmeupptagande verkan, exempelvis med en isolerande 15 polymer utanpå en metall såsom nämnts ovan, för att minimera den ovan nämnda effekten med termisk övergång. I en föredragen utföringsform av uppfinningen där behållaren är utformad som en långträckt cylinder utgör trycköverföringsorganet typiskt ena änden av behållaren. 20 Det skall inses att behållarens trycköverföringsorgan kan utformas på olika sätt utöver de ovan beskrivna, vilka enbart är exemplifierande utföringsformer.

- Vanligtvis dimensioneras behållaren efter storleken på isostatpressens tryckkammare för att utnyttja volymen 25 på ett effektivt sätt. Typiskt kan tryckkammarens volym vara mellan 35 till 600 liter för olika isostatpressar, varvid behållaren blir otymplig om man utnyttjar en enda behållare i stora isostatpressar. För att undvika detta är det medelst en isostatpress enligt uppfinningen 30 möjligt att placera flera behållare i tryckkammaren för samtidig behandling av produkten i respektive behållare. Då varje högtrycksbehandling är förenad med stora kostnader är det ekonomiserande att kunna behandla stora volymer vid samma tillfälle genom att kunna applicera 35 flera behållare i tryckkammaren. Genom att stapla behållarna med en föredragen cylindrisk form på varandra i tryckkammaren utnyttjas volymen i tryckkammaren på ett

effektivt sätt. Behållarna är då utformade på sådant sätt att de, t.ex. genom hål i behållarnas yttre vägg, medger fri passage av det första tryckmediet till varje behållares trycköverföringsorgan.

5 Det är enligt uppfinningen föredraget att anordna ett ventilorgan på behållaren för att medge möjlighet att tömma nämnda behållare på en residualvolym av luft som eventuellt kvarstår efter påfyllning av produkt och inre tryckmedium. Företrädesvis anordnas detta ventilorgan i
10 anslutning till trycköverföringsorganet.

Tack vare den fördelaktiga utföringsformen med en sluten isolerad behållare enligt uppfinningen åstadkommes en isostatpress som i synnerhet är lämplig för
15 högtrycksbehandling av frysta produkter inneslutna i behållaren. Dessa frysta produkter kan exempelvis utgöras av livsmedel, läkemedel eller kosmetika. Det skall inses att det utöver angivna exempel på produkter finns andra produkter i fryst tillstånd som kan högtrycksbehandlas medelst föreliggande uppfinning. Det är av betydelse att
20 den frysta produkten inte tinar under högtrycksbehandlingen, då detta ofta kan medföra att produktens kvalitet påverkas negativt.

Exempelvis har behållaren och den i behållaren inneslutna produkten och nämnda andra tryckmedium vid
25 placering i isostatpressen en temperatur lägre än 0°C, företrädesvis -5 till -30°C, såsom -10 till -25°C. Det andra tryckmediet i behållaren måste vara av sådan beskaffenhet att det är i flytande tillstånd vid denna låga temperatur för att fungera som tryckmedium. Det
30 andra tryckmediet i behållaren utgörs företrädesvis av etanol eller annan alkohol, eller av en blandning av vatten och alkohol.

Isostatpressen och det första tryckmediet i isostatpressen har typiskt en temperatur högre än 0°C,
35 företrädesvis mellan +4 till +8°C. Till följd av tryckökningen under behandlingen kommer det ske adiabatisk temperaturstegring både hos det första

tryckmediet i isostatpressen samt det andra tryckmediet och produkten i behållaren, vilket leder till att produkten tinar om inte termisk övergång från det första tryckmediet till det andra tryckmediet motverkas. I stället för att exempelvis hela isostatpressen kyles ned till väsentligen samma temperatur som den frysta produkten som skall behandlas kan en isostatpress enligt en utföringsform av föreliggande uppfinning utnyttjas. Denna kan åstadkommas genom att utforma den i isostatpressen anbringbara behållaren med en tjock vägg som under en begränsad tid kommer att uppta avgiven värme från till väggen angränsande substanser och därmed motverka att produktens temperatur stiger till följd av termisk övergång mellan det första tryckmediet och det andra tryckmediet. Om högtrycksbehandlingen pågår under en längre tid eller om tiden för förflyttning av behållaren mellan pressen och ett nedkylt utrymme är väsentligen lång är det föredraget att använda en föredragen utföringsform enligt uppfinningen. Enligt denna föredragna utföringsform innefattar isostatpressen en anbringbar sluten isolerad behållare utformad med en tjock inre vägg som upptar adiabatisk värme avgiven från isoleringen respektive produkten och tryckmediet åtminstone närmast den inre väggen samt motverkar att det första tryckmediet i tryckkammaren värmer upp det andra tryckmediet och produkten i behållaren, varvid det möjliggörs att hålla den frysta produkten i fryst tillstånd under hela högtrycksbehandlingen. Användning av en isostatpress som kyles ned till väsentligen samma temperatur som den frysta produkten har visat sig vara svåra att tillämpa industriellt, då detta medför stora problem med isostatpressens hållfasthet samt framförallt är mycket kostsamt och komplicerat att tillhandahålla.

De flesta frysta produkter som är aktuella för högtrycksbehandling medelst föreliggande uppfinning, såsom livsmedel, läkemedel och kosmetika, har en värmeförändringskaraktistik liknande vatten vid

- högtrycksbehandling. Temperaturen där åtminstone delar av den frysta produkten övergår från fast fas till flytande fas är beroende av trycket i behållaren. Således är det nödvändigt att produktens temperatur vid
- 5 högtrycksbehandlingen hålls under den temperatur relativt trycket där fasomvandling sker. Som ett exempel kan det nämnas att det typiskt vid adiabatisk kompression av substanser med en värmeförändringskarakteristik liknande vatten råder en lägsta temperatur på ca -21°C vid ett
- 10 tryck på ca 2100 bar där fasomvandling sker. Vi har kommit till insikt om att produkten trots detta kan ha en utgångstemperatur som är högre, typiskt -18°C , än den temperatur där fasomvandling sker och ändå kvarstå i fast fas under hela högtrycksbehandlingen. Denna insikt bygger
- 15 på att det åtgår smältvärme vid fasomvandlingen som sänker produktens temperatur så att den underskrider temperaturen där fasomvandling annars sker.
- Medelst en isostatpress enligt uppfinningen är det även möjligt att högtrycksbehandla produkter som är i
- 20 flytande tillstånd vid låga temperaturer, såsom under 0°C , företrädesvis -5 till -30°C och i synnerhet -10 till -25°C . I det fall produkten är flytande är det föredraget att låta den flytande produkten i sig självt utgöra det andra tryckmediet i den slutna behållaren.
- 25 Då frysta produkter i en nedkyld behållare skall högtrycksbehandlas enligt beskrivningen ovan är det fördelaktigt att använda ett första tryckmedium i isostatpressens tryckkammare med en fryspunkt lägre än den nedkylda behållarens temperatur (under 0°C) för att
- 30 undvika att det första tryckmediet i isostatpressen närmast behållaren fryser. Exempelvis kan det första tryckmediet i isostatpressens tryckkammare typiskt vara en blandning av vatten och alkohol (t.ex. glykol) eller annan vätska med låg fryspunkt.
- 35 Vid ett förfarande för högtrycksbehandling av frysta produkter medelst en isostatpress enligt uppfinningen tillhandahålls produkten som skall behandlas, behållaren

och det andra tryckmediet i nedkylt tillstånd med en temperatur lägre än 0°C, företrädesvis -5 till -30°C, såsom -10 till -25°C. Produkten, det andra tryckmediet och behållaren kan kylas ned tillsammans eller var för sig. Produkten förvaras företrädesvis i fryst tillstånd i 5 exempelvis ett frysrum innan den placeras i behållaren, varvid behållaren och det andra tryckmediet i förväg har kylts ned till väsentligen samma temperatur som produkten. Ett alternativt förfarande är att kyla ned 10 produkten, behållaren och det andra tryckmediet vid samma tillfälle i en frysanordning, såsom ett frysrum. Ytterligare förfaranden är möjliga där det viktiga är att behållaren och det andra tryckmediet har väsentligen samma eller lägre temperatur än den frysta produkten då 15 behållaren innehållande den frysta produkten och det andra tryckmediet placeras i isostatpressen.

Efter att den frysta produkten och det andra tryckmediet har placerats i behållaren tillsluts behållaren. I en föredragen utföringsform tillsluts 20 behållaren medelst trycköverföringsorganet utformat såsom en löskolv eller ett membran. Tillslutningen av behållaren görs med fördel i en miljö med väsentligen samma temperatur som den nedkylda behållaren, såsom ett frysrum.

25 Efter att den nedkylda behållaren har tillslutits töms den på en eventuell kvarstående residualvolym av luft. Residualvolymen av luft töms medelst ett ventilorgan, vilket i en föredragen utföringsform är placerat på trycköverföringsorganet. Genom att öppna 30 ventilen och därefter sammanpressa innehållet i behållaren, företrädesvis manuellt, medelst trycköverföringsorganet till dess att det kommer vätska ur ventilorganet kan man erhålla en indikation på att övervägande delen av residualvolymen av luft är tömd. 35 Efter att residualvolymen av luft har tömts stängs ventilen. Tömningen av residualvolymen av luft sker innan behållaren trycksätts i tryckkammaren hos isostatpressen,

företträdesvis sker tömningen redan innan behållaren placeras i tryckkammaren i samband med att behållaren tillsluts i en miljö med väsentligen samma temperatur som den frysta produkten.

- 5 Behållaren innehållande den frysta produkten och det andra tryckmediet placeras i isostatpressens tryckkammare. I en föredragen utföringsform av uppfinningen placeras behållaren på botten av tryckkammaren och omges av det första tryckmediet i
- 10 tryckkammaren. Det första tryckmediet är enligt en utföringsform redan placerat i tryckkärlet när behållaren placeras i det samma, men det är även möjligt att enligt en annan utföringsform tillföra tryckkärlet det första tryckmediet efter att behållaren har placerats i
- 15 tryckkärlet. Den nedkylda behållaren innehållande produkten och det andra tryckmediet förflyttas från den nedkylda miljön till isostatpressen medelst exempelvis en lyftanordning eller annan transportanordning. För att den frysta produkten skall hållas så kall som möjligt bör
- 20 tiden från det att behållaren lämnar den nedkylda miljön till dess att tryckkammaren trycksätts minimeras. Detta kan åstadkommas genom att placera isostatpressen nära den nedkylda miljön, såsom ett frysrum. I det fall att flera behållare innehållande produkter som skall behandlas
- 25 skall placeras i tryckkammaren görs detta på samma sätt som har beskrivits ovan.

- Isostatpressen innehållande behållaren trycksätts genom att man höjer trycket hos det första tryckmediet. Detta kan göras på olika sätt i överensstämmelse med den
- 30 kända tekniken. Föredraget är att pumpa in det första tryckmediet i tryckkärlet, varvid tryckkammaren trycksätts. Det ökade trycket hos det första tryckmediet överförs till det andra tryckmediet medelst tidigare nämnda trycköverföringsorgan på behållaren för att uppnå
- 35 tryckutjämning mellan det första och det andra tryckmediet, varvid det andra tryckmediet i behållaren komprimeras och i sin tur kommer att överföra

- tryckändringen till produkten som skall behandlas, vilken produkt med fördel är innesluten i en påse eller liknande flexibel förpackning som skyddar produkten från att stå i direktkontakt med det andra tryckmediet. Beroende på
- 5 vilken typ av produkt som skall högtrycksbehandlas höjs trycket i tryckkärlet till 2000-15000 bar, företrädesvis 2000-10000 bar och i synnerhet 5000-7000bar. Det förhöjda trycket appliceras typiskt under 0,5-20 minuter, föredraget 0,5-10 minuter och i synnerhet 2-7 minuter.
- 10 Genom att utnyttja en isostatpress enligt uppfinningen ges möjlighet att hålla produktens temperatur under 0°C under hela högtrycksbehandlingen. Detta åstadkoms genom att välja en behållare med en föredragen utformning enligt tidigare beskrivning. Värme
- 15 som genereras i kompressibla substanser till följd av det ökade trycket upptas medelst tidigare nämnda inre vägg i behållaren, varvid en temperaturökning hos produkten till följd av värmeövergång från omgivningen via den inre väggen motverkas. I det föredragna fallet där produkten
- 20 som skall behandlas är i fryst tillstånd då den placeras i isostatpressen är det möjligt att på samma sätt som ovan motverka att produkten tinar någon gång under högtrycksbehandlingen. I det fall att den frysta produktens utgångstemperatur väljs så att produkten någon
- 25 gång under tryckökningen i tryckkammaren antar en temperatur som ligger vid gränsen för fasomvandling mellan fast fas och flytande fas utnyttjas åtgången av smältvärme vid fasomvandlingen för att sänka produktens temperatur till en nivå under den kritiska temperaturen
- 30 där fasomvandling annars sker.
- Det är möjligt att behandla produkten innesluten i behållaren genom att applicera en eller flera på varandra följande högtryckspulser. Genom att applicera flera korta pulser efter varandra kommer den adiabatiska
- 35 uppvärmningen av isoleringen samt produkten och det andra tryckmediet bli kortvarig, varvid temperaturen hos de kompressibla substanserna återtar sin ursprungstemperatur

mellan tryckpulserna, vilket leder till att den totala upptagna värmen hos den inre väggen blir mindre än i fallet med en kontinuerlig längre puls.

Efter att produkten innesluten i behållaren har
5 högtrycksbehandlats dekomprimeras tryckkammaren hos isostatpressen. Dekomprimeringen görs enligt kända metoder inom den kända tekniken. I en föredragen utföringsform av isostatpressen avlägsnas åtminstone delar av det första tryckmediet från tryckkammaren,
10 varvid trycket sjunker. Trycköverföringsorganet på behållaren medger att det andra tryckmediet i behållaren kan expandera för att upphäva tryckskillnaden mellan det första och det andra tryckmediet. Isostatpressen öppnas när trycket i tryckkammaren och behållaren har antagit
15 väsentligen samma tryck som den till isostatpressen omgivande miljön, varpå behållaren avlägsnas ur tryckkammaren och transporteras bort för vidare behandling. För att undvika att produkten tinar efter högtrycksbehandlingen bör produkten så snart som möjligt
20 förflyttas till en nedkyld miljö, såsom ett frysrum.

En anläggning för högtrycksbehandling av en produkt innefattar i en föredragen utföringsform en frysanordning och en isostatpress enligt uppfinningen. Frysanordningen som i en föredragen utföringsform utgörs av ett frysrum
25 utnyttjas för att kyla ned behållaren. Det är även möjligt att kyla ned det andra tryckmediet och/eller produkten tillsammans med behållaren i frysanordningen. Alternativt kan den frysta produkten och/eller tryckmediet förvaras nedkylda i ett annat utrymme och
30 föras till frysanordningen för placering i den nedkylda behållaren. Behållaren innehållande det andra tryckmediet och produkten förvaras med fördel i frysanordningen fram till dess att behållaren skall placeras i isostatpressens tryckkammare i avseende att därefter högtrycksbehandla
35 produkten.

En isostatpress eller behållare eller anläggning av det härmed beskrivna slaget kan företrädesvis användas

för att högtrycksbehandla produkter som har en temperatur lägre än 0°C, såsom livsmedel, läkemedel eller kosmetika.

Kort beskrivning av ritningarna

5 Uppfinningen kommer att beskrivas närmare i det följande under hänvisning till bifogade schematiska ritningar som i exemplifierande syfte visar för närvarande föredragna utföringsformer av uppfinningen.

Fig. 1 visar, delvis i snitt, schematiskt en 10 perspektivvy av en isostatpress enligt en utföringsform av uppfinningen.

Fig. 2 visar en tvärsnittsvy av den i fig. 1 i isostatpressen anbringbara behållaren innefattande en löskolv för trycköverföring.

15 Fig. 3 visar en tvärsnittsvy av en alternativ utföringsform av behållaren i fig. 2, vilken behållare innefattar ett membran för trycköverföring.

Fig. 4 visar i ett diagram hur temperaturen hos en produkt innesluten i en traditionell flexibel tunnväggig 20 plastförpackning påverkas under en högtrycksbehandling.

Fig. 5 visar i ett diagram hur temperaturen hos en produkt innesluten i en behållare enligt uppfinningen påverkas under en högtrycksbehandling.

Fig. 6a-f visar ett förfarande för 25 högtrycksbehandling av en produkt medelst en isostatpress enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen.

Beskrivning av föredragna utföringsformer

Fig. 1 visar i perspektiv en isostatpress 10 för 30 högtrycksbehandling av en produkt 12, delvis i snitt, enligt en utföringsform av uppfinningen. Isostatpressen 10 innefattar ett övre öppningsbart lock (visas inte) och ett tryckkärl eller en tryckcylinder 14 som avgränsar en tryckkammare 16, inuti vilken ett högtryck (såsom upp 35 till 15000 bar) alstras för behandling av en produkt 12. Tryckkammaren 16 innehåller ett första yttre tryckmedium 18 i form av en blandning av vatten och glykol som

används för att trycksätta isostatpressen 10. Det yttre tryckmediet 18 har en temperatur på +4 till +8°C. Vidare omger det yttre tryckmediet 18 en i tryckkammaren anbringbar cylindrisk behållare 20 som vilar mot tryckkammarens botten 22. Behållaren 20 är avsedd att innehålla ett andra inre tryckmedium 24 i form av etanol och en fryst produkt 12 som skall högtrycksbehandlas, vilken produkt är anordnad i flera förpackningar. Före högtrycksbehandlingen kylls behållaren 20, det inre tryckmediet 24 och produkten 12 ned till en temperatur mellan -10 till -25°C. Den övre änden av den cylindriska behållaren 20 är försedd med ett trycköverföringsorgan 26 i form av en löskolv för trycköverföring mellan det yttre tryckmediet 18 och det inre tryckmediet 24. Behållaren 20 upptar inte hela tryckkammarens 16 längd, varvid det yttre tryckmediet 18 medges ligga mellan behållaren 20 och tryckkärlets lock (visas inte) för att kunna tryckpåverka behållarens trycköverföringsorgan 26. För tydlighets skull illustreras två alternativa utföringsformer av behållaren 20 i separata tvärsnittsvyer i fig. 2 respektive fig. 3, varvid samma hänvisningsbeteckningar används för motsvarande element i fig. 1 och fig. 2.

Behållarna 20;120 i fig. 2 respektive 3 innefattar en 10mm tjock inre vägg 28;128 utformad av ett material, såsom rostfritt stål, med låg värmeresistivitet och låg adiabatisk uppvärmning, varvid den inre väggen 28;128 kommer att uppvärmas marginellt till följd av det förhöjda trycket i isostatpressen 10 under trycksättningen. Behållarnas 20;120 inre vägg 28;128 bildar behållarnas 20;120 inre volym avsedd att hysa det inre tryckmediet 24 och den frysta produkten 12 som skall högtrycksbehandlas.

Vidare innefattar behållarna en 10mm tjock isolering 30;130 anordnad runt om den inre väggens 28;128 utsida och botten. Isoleringen 30;130 är avsedd att motverka att värme transporteras mellan behållarens 20;120 insida och

utsida via den inre väggen 28;128. Isoleringen 30;130 är
 tillverkad av EPDM (etenpropengummi) eller naturgummi.
 Utanför isoleringen 30;130 är en yttre vägg 32;132
 anordnad för att hålla samman konstruktionen och
 samtidigt skydda isoleringen 30;130 mot mekanisk åverkan
 vid hantering av behållaren. Den yttre väggen 32;132 är
 tillverkad av en väsentligen tunn rostfri plåt med en
 tjocklek på ca 2mm. Behållarna 20;120 som visas i fig. 2
 är omkring 1700mm långa och har en diameter på omkring
 300mm.

För behållarna 20;120 som visas i fig. 2 respektive
 3 står den inre väggens 28;128 insida riktad in mot
 behållarens 20;120 centrum i direktkontakt med det inre
 tryckmediet 24 i behållaren 20;120 och den inre väggens
 28;128 utsida riktad ut från behållarens 20;120 centrum
 står i direktkontakt med isoleringen 30;130. Vid
 högtrycksbehandling kommer både produkten 12 och det inre
 tryckmediet 24 i behållaren 20;120 samt isoleringen
 30;130 att avge adiabatisk värme till följd av
 kompression. Genom att den inre väggen 28;128 har en
 termisk massa som står i proportion till den avgivna
 adiabatiska värmen kommer denna nämnda värme att upptas
 av behållarens 20;120 inre vägg 28;128, varvid en
 temperaturökning hos produkten 12, till följd av
 adiabatisk temperaturstegring hos isoleringen 30;130 och
 värmeledning från behållarens 20;120 utsida via den inre
 väggen 28;128, att motverkas.

Behållaren 20 i fig. 2 är vid sin ena ände försedd
 med ett trycköverföringsorgan 26 i form av en cylindrisk
 löskolv, vilken är anordnad som ett förslutningsbart
 lock. Löskolven 26 som står i kontakt med det yttre
 tryckmediet 18 på sidan vänd ut från behållaren 20 och
 med det inre tryckmediet 24 på sidan vänd in mot
 behållaren 20 är rörligt anordnad i behållarens 20
 längsgående riktning för att möjliggöra trycköverföring
 från det yttre tryckmediet 18 till det inre tryckmediet
 24. När trycket i det yttre tryckmediet 18 i

isostatpressen 10 höjs kommer löskolven 26 att röra sig nedåt i behållarens 20 längsgående riktning till följd av den överförda kraften från det yttre tryckmediet 18, varvid det inre tryckmediet 24 kommer att komprimeras.

5 När trycket i det yttre tryckmediet 18 i isostatpressen 10 sänks kommer löskolven 26 på motsvarande sätt att röra sig uppåt i behållarens 20 längsgående riktning till följd av kraften som genereras av det högre trycket hos det inre tryckmediet 24 i behållaren 20 relativt det

10 yttre tryckmediet 18. Vid över- och underkant av löskolvens 26 längsgående sidor är tätningar 34, sträckande sig runt löskolvens 26 cirkulära yta, anordnade för att sluta tätt mot behållarens inre vägg 28. Tätningarna 34 är så kallade manschettätningar och

15 avser åtskilja det inre tryckmediet 24 i behållaren 20 från fluidförbindelse med det yttre tryckmediet 18 i tryckkammaren 16. Kanaler 36 är anordnade för att förbinda utrymmet mellan tätningarna 34 på löskolvens 26 längsgående utsida med behållarens 20 insida, varvid

20 dessa kanaler 36 gör att trycket i behållaren 20 och i utrymmet mellan tätningarna 34 på löskolvens 26 utsida alltid är det samma. På löskolvens 26 längsgående sidor finns i över- och underkant även glidringar 38 anordnade för att medge styrning av löskolven 26 mot behållarens 20

25 inre vägg 28. Tätningar 34 och glidringar 38 är monterade på löskolven 26 medelst två vinklade cirkulära hyllor 40 bildande över- respektive underkanten mellan löskolvens 26 längsgående och tvärgående sidor, vilka hyllor 40 är löstagbart anordnad medelst skruvar 42 för att enkelt

30 kunna bytas vid slitage av tätningar 34 och glidringar 38. Löskolven 26 är försedd med ett ventilorgan 44 anordnat vid löskolvens 26 övre tvärgående sida riktad ut från behållaren 20. Ventilorganet 44 som i en föredragen utföringsform av uppfinningen utgörs av en skruv används

35 för att tömma behållaren 20 på en eventuell residualvolym av luft som kvarstår efter påfyllning av det inre tryckmediet 24 och produkten 12 som skall behandlas.

Löskolvens 26 övre tvärgående sida riktad ut från behållaren 20 innefattar även ett gängat hål 46, vilket utgör en infästning för ett handtag, lyftkrok eller liknande organ avsett att användas vid avlägsnande och införsel av löskolven 26 i behållaren 20.

I fig. 3 visas en behållare 120 med samma egenskaper som har beskrivits ovan för behållaren 20 i fig. 2, med den skillnaden att det förslutningsbara och trycköverförande locket utgörs av ett membran 126.

Membranet 126 är tättslutande anordnat runt behållarens 120 längsgående sidor i syfte att åtskilja det inre tryckmediet 24 i behållaren från fluidförbindelse med det yttre tryckmediet 18 i tryckkammaren 16. Genom att membranet 126 är tillverkat av ett väsentligen flexibelt material, såsom gummi, kan trycket i det yttre tryckmediet 18 på behållarens 120 utsida överföras till det inre tryckmediet 24 på behållarens 120 insida. Membranet 126 är fast anordnat vid behållarens 120 vägg, varvid membranet 126 har en flexibel utformning som medger att delar av membranet 126 kan röra sig i behållarens 120 längsgående riktning genom elastisk deformation för att överföra tryckvariationer i det yttre tryckmediet 18 till det inre tryckmediet 24. För att erhålla en väsentligen lång slaglängd har membranet 126 en U-formad utformning med dubbelvikt material vid kanterna som medger en så kallad över-center-rörelse vid kompression av det inre tryckmediet 24 i behållaren 120. Membranet 126 monteras företrädesvis på behållaren 120 med ett gummiband (visas inte) som ger en klämverkan, vilken bibehålls när membranet 126 komprimeras vid högtrycksbehandlingen.

Fig. 4 visar hur temperaturen hos en fryst produkt, innesluten i en tunnväggig plastförpackning av den typ som används i kända isostatpressar, varierar över tiden under en högtrycksbehandling i en isostatpress. Plastförpackningen omges av ett yttre tryckmedium i isostatpressen, företrädesvis en blandning av vatten och

- glykol. Plastförpackningen innefattar utöver produkten ett till produkten trycköverförande andra tryckmedium i form av en vätska med en fryspunkt lägre än 0°C , såsom etanol. En första dubbelpunktstreckad kurva visar
- 5 temperaturen hos produkten i centrum av plastförpackningen och en andra streckad kurva visar temperaturen hos produkten närmast plastförpackningens vägg. Plastförpackningen är ca 1700mm lång och har en diameter på ca 300mm. Diagrammet visar på den
- 10 horisontella axeln tiden i sekunder och den vertikala axeln visar temperaturen i $^{\circ}\text{C}$.
- Vid tidpunkten 0 sekunder då plastförpackningen innehållande etanolen och produkten placeras i isostatpressens tryckkammare har den en temperatur på
- 15 -20°C . Den streckade kurvan visar hur temperaturen hos produkten närmast plastförpackningens vägg snabbt stiger från ca -20°C vid tidpunkten 0 sekunder då plastförpackningen placeras i tryckkammaren till ca -10°C vid tidpunkten 40 sekunder då tryckkammaren trycksätts.
- 20 Denna temperaturökning sker till följd av värmeövergång från blandningen av vatten och glykol i tryckkammaren med en temperatur på ca $+4^{\circ}\text{C}$ till produkten närmast plastförpackningens vägg. Den dubbelpunktstreckade kurvan visar hur produkten i centrum av plastförpackningen
- 25 väsentligen bibehåller sin ursprungstemperatur -20°C från att den placeras i isostatpressen vid tidpunkten 0 sekunder fram till tidpunkten 40 sekunder då tryckkammaren trycksätts. Under trycksättningen av isostatpressen tryckkammare stiger temperaturen hos
- 30 produkten och etanolen till följd av adiabatisk temperaturstegring. Trycket ökas till en nivå på omkring 6000 bar som hålls konstant under ca 600 sekunder. Kvarhållandet av det konstanta trycket på 6000 bar upprätthålls från tidpunkten 260 sekunder till tidpunkten
- 35 860 sekunder, vilket i fig. 4 är markerat med två vertikala heldragna linjer.

Vid tidpunkten 260 sekunder då trycket uppnått 6000 bar i tryckkammaren visar den dubbelpunktstreckade kurvan hur temperaturen hos produkten i centrum av plastförpackningen stigit med omkring 13°C till ca -7°C till följd av adiabatisk uppvärmning. Den streckade kurvan visar vid samma tidpunkt hur produkten närmast plastförpackningens vägg har stigit med omkring 15°C till ca $+5^{\circ}\text{C}$ till följd av trycksättningen. Den kraftigare temperaturstegringen hos produkten närmast plastförpackningens vägg relativt produkten i plastförpackningens centrum beror på att produkten närmast plastförpackningens vägg tar upp värme från blandningen av vatten och glykol, som också stiger i temperatur adiabatiskt. Under trycksättningen av isostatpressen som varar i ca 240 sekunder kommer en del bildad adiabatisk värme hos produkten närmast plastförpackningens vägg att avges till den omgivande blandningen av vatten och glykol då temperaturen hos produkten överstiger temperaturen hos blandningen av vatten och glykol ($+4^{\circ}\text{C}$).

Under kvarhållandet av trycket som varar i ca 600 sekunder innan tryckkärlet börjar att dekomprimeras visar den dubbelpunktstreckade kurvan hur temperaturen hos produkten i centrum av plastförpackningen påverkas ringa av omgivning. Den streckade kurvan visar hur temperaturen hos produkten närmast plastförpackningens vägg sjunker från ca $+5^{\circ}\text{C}$ vid tidpunkten 260 sekunder då trycket på 6000 bar uppnåtts till $+2^{\circ}\text{C}$ vid tidpunkten 860 sekunder då tryckkammaren börjar att dekomprimeras. Denna temperatursänkningen hos produkten närmast plastförpackningens vägg beror på att den kallare produkten och etanolen längre in i plastförpackningen kommer att uppta värme från produkten vid plastförpackningens vägg.

Vid tidpunkten 920 sekunder då tryckkammaren har dekomprimerats visar den dubbelpunktstreckade kurvan att produkten i centrum av plastförpackningen, där i huvudsak

inget eller försumbart värmeutbyte har skett, väsentligen återtar sin ursprungstemperatur -20°C till följd av adiabatisk temperatursänkning. Den streckade kurvan visar vid samma tidpunkt hur temperaturen hos produkten närmast plastförpackningens vägg sjunker med ca 18°C till -16°C , varvid den därefter stiger snabbt till följd av termisk övergång från blandningen av vatten och glykol med en högre temperatur ($+4^{\circ}\text{C}$). Vid tidpunkten 1200 sekunder, ca 240 sekunder efter dekomprimeringen, visar den streckade kurvan hur temperaturen hos produkten närmast plastförpackningens vägg har stigit till ca -6°C . Anledningen till att temperaturen för produkten närmast plastförpackningens vägg sjunker mer (ca 18°C) vid dekomprimeringen än vad den stiger vid komprimeringen (ca 15°C) är att dekomprimeringsförloppet är snabbare än komprimeringsförloppet, varvid ett mindre värmeutbyte med blandningen av vatten och glykol sker under dekomprimeringen relativt under komprimeringen.

Genom att temperaturen hos produkten närmast plastförpackningens vägg under högtrycksbehandlingen stiger till en temperatur över 0°C kommer produkten delvis att tina, vilket kan försämma kvaliteten hos produkten och förstöra den.

Fig. 5 visar i ett liknande diagram som i fig. 4 hur temperaturen hos en fryst produkt varierar över tiden under en högtrycksbehandling i en isostatpress enligt föreliggande uppfinning innefattande en sluten isolerad behållare. På samma sätt som i fig. 4 visar en första dubbelpunktstreckad kurva temperaturen hos produkten i centrum av behållaren och en andra streckad kurva temperaturen hos produkten närmast behållarens inre vägg. Behållaren är utformad med en ca 10mm tjock inre vägg av rostfritt stål. Utanför den inre väggen är en ca 10mm tjock isolering av EPDM (etenpropengummi) anordnad och utanför isoleringen är behållaren försedd med en ca 2mm tjock rostfri plåt. Behållaren är ca 1700mm lång och har en diameter på ca 300mm.

Vid tidpunkten 0 sekunder då behållaren placeras i tryckkammaren har behållaren samt etanolen och produkten i behållaren en temperatur på ca -20°C . Under trycksättningen av isostatpressens tryckkammare stiger
5 temperaturen hos produkten och det andra tryckmediet till följd av adiabatisk temperaturstegring. Trycket ökas till en nivå på omkring 6000 bar som hålls konstant under ca 600 sekunder. Kvarhållandet av det konstanta trycket på 6000 bar upprätthålls från tidpunkten 260 sekunder till
10 tidpunkten 860 sekunder, vilket i fig. 5 är markerat med två vertikala heldragna linjer.

Från tidpunkten 0 sekunder då behållaren placeras i tryckkammaren till tidpunkten 40 sekunder då tryckkammaren trycksätts påverkas temperaturen marginellt
15 hos både produkten i centrum av behållaren respektive produkten närmast behållarens inre stålvägg.

Vid tidpunkten 240 sekunder då trycket uppnått 6000 bar i tryckkammaren visar den dubbelpunktstreckade kurvan hur temperaturen hos produkten i centrum av behållaren
20 stigit med omkring 13°C till ca -7°C till följd av adiabatisk uppvärmning. Den streckade kurvan visar vid samma tidpunkt 240 sekunder hur produkten närmast den inre stålväggen kommer att avge värme till den inre stålväggen, varvid temperaturen stiger med omkring 7°C
25 till ca -13°C .

Den dubbelpunktstreckade kurvan visar hur temperaturen hos produkten i centrum av behållaren vid tidpunkten 860 sekunder då tryckkammaren börjar att dekomprimeras har påverkats ringa av omgivning under
30 kvarhållande av trycket som vara i ca 600 sekunder. Den streckade kurvan visar hur värmeövergång via den inre stålväggen från isoleringen samt blandningen av vatten och glykol medför att temperaturen kommer att stiga över tiden hos produkten närmast den inre stålväggen under
35 kvarhållandet av det kontinuerliga trycket på 6000 bar. Temperaturen vid tidpunkten 860 sekunder då tryckkammaren börjar att dekomprimeras efter ca 600 sekunders

kontinuerligt tryck är vid den inre stålväggen ca -7°C , vilket är väsentligen samma temperatur som för produkten i centrum av behållaren.

Vid tidpunkten 900 sekunder då tryckpressen har dekomprimerats framgår det av den dubbelpunktstreckade och den streckade kurvan att produkten närmast den inre stålväggen har en högre temperatur än produkten i centrum av behållaren till följd av att produkten närmast den inre stålväggen uppvärms av den inre stålväggen som har upptagit värme under högtrycksbehandlingen, vilken värme kvarstår efter dekomprimering. Temperaturen vid den inre stålväggen är vid tidpunkten 1200 sekunder, ca 240 sekunder efter dekomprimering, ca -15°C och i centrum av behållaren ca -20°C vid samma tidpunkt.

Genom att temperaturen hos produkten vid den inre stålväggen, genom motverkan av termisk övergång, inte någon gång under det kontinuerliga upprätthållandet av trycket överskrider temperaturen som produkten i centrum antar under denna tid, till följd av adiabatisk temperaturstegring, undviks att den frysta produkten tinar någonstans i behållaren.

Fig. 6a-f visar schematiskt ett förfarande för högtrycksbehandling av frysta produkter medelst en föredragen utföringsform av en isostatpress enligt uppfinningen.

I fig. 6a visas en i en isostatpress 210 enligt uppfinningen anbringbar isolerad behållare 212 innehållande nämnda andra tryckmedium 214. Behållaren 212 innehållande tryckmediet 214 kyls ner till en temperatur mellan omkring -10 till -25°C , vilket vanligtvis utförs i ett frysrum.

I fig. 6b visas att den frysta produkten 216 som skall högtrycksbehandlas placeras i den nedkylda behållaren 212 som har väsentligen samma temperatur som den frysta produkten 216. Behållaren kan öppnas och förslutas medelst ett lock, vilket i den visade föredragna utföringsformen utgörs av en trycköverförande

löskolv 218. Placeringen av produkten 216 i den kalla behållaren 212 utförs i ett kylutrymme, företrädesvis ett frysrumsrum.

I fig. 6c tillsluts behållaren 212 efter det att produkten 216 som skall högtrycksbehandlas medelst en isostatpress 210 enligt uppfinningen har placerats i behållaren 212. Efter att behållaren 212 har förslutits töms den medelst ett ventilorgan (visas inte) på en eventuell residualvolym av luft som kvarstår efter att produkten 216 har placerats i behållaren 212. Residualvolymen av luft töms genom att ventilorganet öppnas varpå innehållet i behållaren 212 komprimeras medelst löskolven 218, företrädesvis manuellt. En indikation av att residualvolymen av luft är tömd kan i sådant fall vara att vätska kommer ut ur ventilorganet, varpå ventilorganet stängs. Efter att residualvolymen av luft har tömts förvaras behållaren 212 innehållande produkten 216 och tryckmediet 214 kallt i exempelvis ett frysrumsrum fram till dess att högtrycksbehandlingen skall påbörjas.

I fig. 6d placeras den nedkylda behållaren 212 innehållande tryckmediet 214 och den frysta produkten 216 i en tryckkammare 220 hos en isostatpress 210. Efter att behållaren 212 har placerats i isostatpressens 210 tryckkammare 220 tillsluts isostatpressen 210.

I fig. 6e trycksätts det första tryckmediet 222 i isostatpressens 210 tryckkammare 220, varvid trycket i det första tryckmediet 222 i tryckkammaren 220 överförs till det andra tryckmediet 214 i behållaren 212 via löskolven 218. Produkten 216 högtrycksbehandlas vid ett tryck på 2000 - 15000 bar, företrädesvis 2000 - 10000 bar och i synnerhet 5000 - 7000 bar under 0,5 - 20 minuter, företrädesvis 0,5 - 10 minuter och i synnerhet 2-7 minuter. Högtrycksbehandlingen för en produkt 216 i den isolerade tillslutna behållaren 212 kan utföras som en eller flera på varandra följande tryckcykler. Genom att använda en isostatpress 210 enligt uppfinningen

innefattande en anbringbar sluten isolerad behållare 212, vilken behållare 212 upptar avgiven adiabatisk värme både från produkten 216 och det andra tryckmediet 214 åtminstone närmast behållarens 212 inre vägg 224 samt isoleringen 226, kan produkten 216 hållas i fryst tillstånd under hela högtrycksbehandlingen.

I fig. 6f dekomprimeras tryckkammaren 220 efter utförd högtrycksbehandling. Dekomprimeringen utförs genom att trycket i det första tryckmediet 222 sänks, varvid trycket hos det andra tryckmediet 214 sänks genom att tryckskillnaden relativt det första tryckmediet 222 upphävs medelst löskolven 218. Efter dekomprimeringen öppnas isostatpressen 210, varvid behållaren 212 innehållande den frysta produkten 216 kan avlägsnas från isostatpressens 210 tryckkammare 220.

Även om vissa utföringsformer har beskrivits ovan, är uppfinningen inte begränsad till dessa. Det skall sålunda förstås att ett flertal modifikationer och variationer kan åstadkommas utan att frångå ramen för uppfinningen som är definierad i de medföljande patentkraven.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Patentkrav

1. Isostatpress för högtrycksbehandling av en produkt som har en temperatur lägre än 0°C , innefattande en tryckkammare avsedd att innehålla ett första tryckmedium,
- en i tryckkammaren anbringbar behållare som är avsedd att innehålla produkten och ett andra tryckmedium, varvid behållaren är förslutbar för att hålla det andra tryckmediet åtskilt från det första tryckmediet och är försedd med ett trycköverföringsorgan för överföring av tryck från det första tryckmediet till det andra tryckmediet, och varvid behållaren innefattar en kropp som är gjord av ett material som har låg adiabatisk värmeavgivning relativt angränsande substanser så att kroppen från angränsande substanser upptar värme som alstras genom adiabatisk temperaturhöjning under högtrycksbehandlingen.
2. Isostatpress enligt krav 1, varvid kroppen utgör åtminstone en del av behållarens vägg.
3. Isostatpress enligt krav 2, varvid behållarens vägg innefattar en inre vägg kring vilkens utsida en substans i form av en isolering är anordnad för att motverka termisk övergång mellan det första tryckmediet och det andra tryckmediet, varvid kroppen utgör åtminstone en del av den inre väggen, vilken kropp motverkar att en adiabatisk värmeavgivning från isoleringen, till följd av kompression under högtrycksbehandlingen, termiskt övergår till det andra tryckmediet och produkten.
4. Isostatpress enligt krav 3, varvid behållaren är anordnad med en yttre vägg och isoleringen är anordnad mellan den inre och yttre väggen.

5. Isostatpress enligt något av kraven 3-4, varvid behållarens inre vägg är väsentligen styv och åtminstone en del av behållarens trycköverföringsorgan är rörligt anordnad relativt nämnda inre vägg för möjliggörande av en volymförändring hos det andra tryckmediet i syfte att upphäva en tryckskillnad mellan det första tryckmediet och det andra tryckmediet.

6. Isostatpress enligt något av ovanstående krav, varvid trycköverföringsorganet är anordnat som en löskolv, företrädesvis utgörande ett förslutningsbart lock på behållaren, avsedd att överföra en tryckförändring i det första tryckmediet till det andra tryckmediet och att åtskilja det första tryckmediet från fluidförbindelse med det andra tryckmediet.

7. Isostatpress enligt något av kraven 1-5, varvid trycköverföringsorganet är anordnat som ett flexibelt membran, företrädesvis utgörande ett förslutningsbart lock på behållaren, avsett att överföra en tryckförändring i det första tryckmediet till det andra tryckmediet och att åtskilja det första tryckmediet från fluidförbindelse med det andra tryckmediet.

8. Isostatpress enligt något av ovanstående krav, varvid flera behållare kan placeras i samma tryckkammare hos isostatpressen för samtidig behandling av produkten i respektive behållare.

9. Isostatpress enligt krav 3 eller något av kraven 4-8 i kombination med krav 3, varvid den inre väggen är gjord av metall, såsom företrädesvis rostfritt stål.

10. Isostatpress enligt krav 3 eller något av kraven 4-9 i kombination med krav 3, varvid den inre väggen har en tjocklek som är åtminstone 5 mm, företrädesvis 5-15 mm och i synnerhet 8-12mm.

11. Isostatpress enligt krav 3 eller något av kraven
4-10 i kombination med krav 3, varvid isoleringen är
gjord av en polymer, såsom företrädesvis EPDM
5 (etenpropengummi) eller naturgummi.

12. Isostatpress enligt krav 3 eller något av kraven
4-11 i kombination med krav 3, varvid isoleringen har en
tjocklek som är åtminstone 5 mm, företrädesvis 5-15 mm
10 och i synnerhet 8-12mm.

13. Isostatpress enligt något av ovanstående krav,
varvid ett ventilorgan är anordnat på behållaren för att
möjliggöra tömning av en eventuell residualvolym av luft
15 i behållaren när behållaren innehåller produkten och det
andra tryckmediet.

14. Isostatpress enligt något av ovanstående krav,
varvid det andra tryckmediet utgörs av en vätska med en
20 fryspunkt lägre än 0°C, såsom etanol eller annan alkohol,
eller en blandning av vatten och alkohol.

15. Isostatpress enligt något av ovanstående krav,
varvid det första tryckmediet utgörs av en vätska,
25 företrädesvis vatten eller en blandning av vatten och
alkohol, såsom en blandning av vatten och glykol.

16. Förfarande för högtrycksbehandling av en produkt
medelst en isostatpress innehållande en tryckkammare
30 avsedd att inrymma ett första tryckmedium, innefattande:
att tillhandahålla åtminstone en sluten behållare
som innehåller ett andra tryckmedium och en produkt vars
temperatur är lägre än 0°C,
att placera behållaren i isostatpressens
35 tryckkammare,
att trycksätta tryckkammaren medelst det först
tryckmediet,

att överföra en tryckförändring hos det första tryckmediet till det andra tryckmediet för att högtrycksbehandla produkten som är innesluten i den slutna behållaren, och

5 att hålla produktens temperatur under 0°C under hela högtrycksbehandlingen genom upptagande av värme som alstras genom adiabatisk temperaturhöjning under högtrycksbehandlingen.

10 17. Förfarande enligt krav 16, ytterligare innefattande att hålla produkten i fryst tillstånd under hela högtrycksbehandlingen.

15 18. Förfarande enligt krav 17, ytterligare innefattande, om produkten uppnår en temperatur där fasomvandling från fast fas till flytande fas föreligger, att hålla produkten fryst under högtrycksbehandlingen genom att utnyttja åtgång av smältvärme.

20 19. Förfarande enligt något av kraven 16-18, ytterligare innefattande att motverka termisk övergång mellan det första tryckmediet och det andra tryckmediet genom att välja en med termisk isolering försedd behållare.

25 20. Förfarande enligt något av kraven 16-19, ytterligare innefattande att under högtrycksbehandlingen medelst en i behållaren anordnad kropp motverka att avgiven adiabatisk värme från isoleringen, till följd av
30 kompression under högtrycksbehandlingen, termsikt övergår till det andra tryckmediet.

35 21. Förfarande enligt krav 20, ytterligare innefattande att uppta nämnda avgivna adiabatiska värme från isoleringen genom att välja en behållare där kroppen är belägen mellan isoleringen och det andra tryckmediet,

varvid kroppen utgör åtminstone en del av behållarens vägg.

22. Förfarande enligt något av kraven 16-21, ytterligare innefattande att överföra trycket i det första tryckmediet till det andra tryckmediet genom att komprimera det andra tryckmediet i behållaren så att tryckutjämnning uppnås mellan det första tryckmediet och det andra tryckmediet.

23. Förfarande enligt något av kraven 16-22, ytterligare innefattande att kyla ner behållaren och det andra tryckmediet, vilket företrädesvis görs tillsammans, till en temperatur lägre än 0°C, företrädesvis mellan -5 till -30°C, såsom -10 till -25°C.

24. Förfarande enligt krav 23, ytterligare innefattande att i den nedkylda behållaren placera produkten med en temperatur lägre än 0°C, företrädesvis mellan -5 till -30°C, såsom -10 till -25°C.

25. Förfarande enligt något av kraven 16-24, ytterligare innefattande att innan tryckkammaren trycksätts, företrädesvis innan behållaren placeras i tryckkammaren, tömma behållaren innehållande produkten och det andra tryckmediet på en eventuell residualvolym av luft.

26. Förfarande enligt något av kraven 16-25, ytterligare innefattande att högtryckbehandla produkten under 0,5-20 minuter, företrädesvis 0,5-10 minuter och i synnerhet 2-7 minuter.

27. Förfarande enligt något av kraven 16-26, ytterligare innefattande att högtryckbehandla produkten vid ett tryck på 2000-15000 bar, företrädesvis 2000-10000 bar och i synnerhet 5000-7000 bar.

28. Förfarande enligt något av kraven 16-27, ytterligare innefattande att efter utförd högtrycksbehandling dekomprimera högtryckspressen och därefter avlägsna behållaren från tryckkammaren.

29. Behållare avsedd för att medelst en isostatpress högtrycksbehandla en i behållaren anbringbar produkt som har en temperatur lägre än 0°C , innefattande en förslutning avsedd att avskilja behållarens insida från behållarens omgivning, ett trycköverföringsorgan för överföring av tryck från behållarens omgivning till behållarens insida, en kropp som är gjord av ett material som har låg adiabatisk värmeavgivning relativt angränsande substanser så att kroppen från angränsande substanser upptar värme som alstras genom adiabatisk temperaturhöjning under högtrycksbehandlingen.

30. Behållare enligt krav 29, varvid kroppen utgör åtminstone en del av behållarens vägg.

31. Behållare enligt krav 30, varvid behållarens vägg innefattar en inre vägg kring vilkens utsida en substans i form av en isolering är anordnad för att motverka termisk övergång mellan behållarens omgivning och behållarens insida, varvid kroppen utgör åtminstone en del av den inre väggen, vilken kropp motverkar att en adiabatisk värmeavgivning från isoleringen, till följd av kompression under högtrycksbehandlingen, termiskt övergår till behållarens insida.

32. Behållare enligt krav 31, varvid behållaren är anordnad med en yttre vägg och isoleringen är anordnad mellan den inre och yttre väggen.

33. Behållare enligt något av kraven 31-32, varvid behållarens inre vägg är väsentligen styv och åtminstone en del av behållarens trycköverföringsorgan är rörligt anordnad relativt nämnda inre vägg för möjliggörande av en volymförändring hos behållarens inre volym i syfte att upphäva en tryckskillnad mellan behållarens omgivning och behållarens insida.

34. Behållare enligt något av kraven 29-33, varvid trycköverföringsorganet är anordnat som en löskolv, företrädesvis utgörande ett förslutningsbart lock på behållaren, avsedd att överföra en tryckförändring hos behållarens omgivning till behållarens insida och att åtskilja behållarens insida från behållarens omgivning.

35. Behållare enligt något av kraven 29-33, varvid trycköverföringsorganet är anordnat som ett flexibelt membran, företrädesvis utgörande ett förslutningsbart lock på behållaren, avsett att överföra en tryckförändring hos behållarens omgivning till behållarens insida och att åtskilja behållarens insida från behållarens omgivning.

36. Behållare enligt krav 31 eller något av kraven 32-35 i kombination med krav 31, varvid den inre väggen är gjord av metall, såsom företrädesvis rostfritt stål.

37. Behållare enligt krav 31 eller något av kraven 32-36 i kombination med krav 31, varvid den inre väggen har en tjocklek som är åtminstone 5 mm, företrädesvis 5-15 mm och i synnerhet 8-12mm.

38. Behållare enligt krav 31 eller något av kraven 32-37 i kombination med krav 31, varvid isoleringen är gjord av en polymer, såsom företrädesvis EPDM (etenpropengummi) eller naturgummi.

39. Behållare enligt krav 31 eller något av kraven 32-38 i kombination med krav 31, varvid isoleringen har en tjocklek som är åtminstone 5 mm, företrädesvis 5-15 mm och i synnerhet 8-12mm.

5

40. Behållare enligt något av kraven 29-39, varvid ett ventilorgan är anordnat på behållaren för att möjliggöra tömning av en eventuell resudialvolym av luft i behållaren när behållaren innehåller produkten och ett tryckmedium.

10

41. Behållare enligt något av kraven 29-40, varvid behållaren är anpassad för att medelst trycköverföringsorganet överföra ett vätskestryck från behållarens utsida till en vätska på behållarens insida, vilken vätska har en fryspunkt lägre än 0°C, såsom etanol.

15

42. Anläggning för högtrycksbehandling av produkter med en temperatur lägre än 0°C, innefattande en frysanordning, såsom ett frysrum, och en isostatpress enligt något av kraven 1-15.

20

43. Användning av en isostatpress enligt något av kraven 1-15 eller en behållare enligt något av kraven 29-41 eller en anläggning enligt krav 42 för högtrycksbehandling av en produkt som har en temperatur lägre än 0°C, såsom livsmedel, läkemedel eller kosmetika.

25

Sammandrag

Föreliggande uppfinning hänför sig till en isostatpress (10) för högtrycksbehandling av en produkt (12) som har en temperatur lägre än 0°C, vilken isostatpress (10) innefattar en tryckkammare (16) avsedd att innehålla ett första tryckmedium (18) och en i tryckkammaren (16) anbringbar behållare (20). Den i isostatpressen (10) anbringbara behållaren (20) är avsedd att innehålla produkten (12) och ett andra tryckmedium (24), varvid behållaren (20) är förslutbar för att hålla det första tryckmediet (18) åtskilt från fluidförbindelse med det andra tryckmediet (24). Behållaren (20) är vidare försedd med ett trycköverföringsorgan (26), avsett att överföra tryck från det första tryckmediet (18) till det andra tryckmediet (24), och en kropp som är gjord av ett material med låg adiabatisk värmeavgivning relativt angränsande substanser så att kroppen från angränsande substanser upptar värme som alstras genom adiabatisk temperaturhöjning under högtrycksbehandlingen.

Uppfinningen avser även ett förfarande, en behållare (20), en anläggning och användning för högtrycksbehandling medelst en isostatpress (10) av en produkt (12) som har en temperatur lägre än 0°C.

(Fig. 1)

FRV 03-03-21H

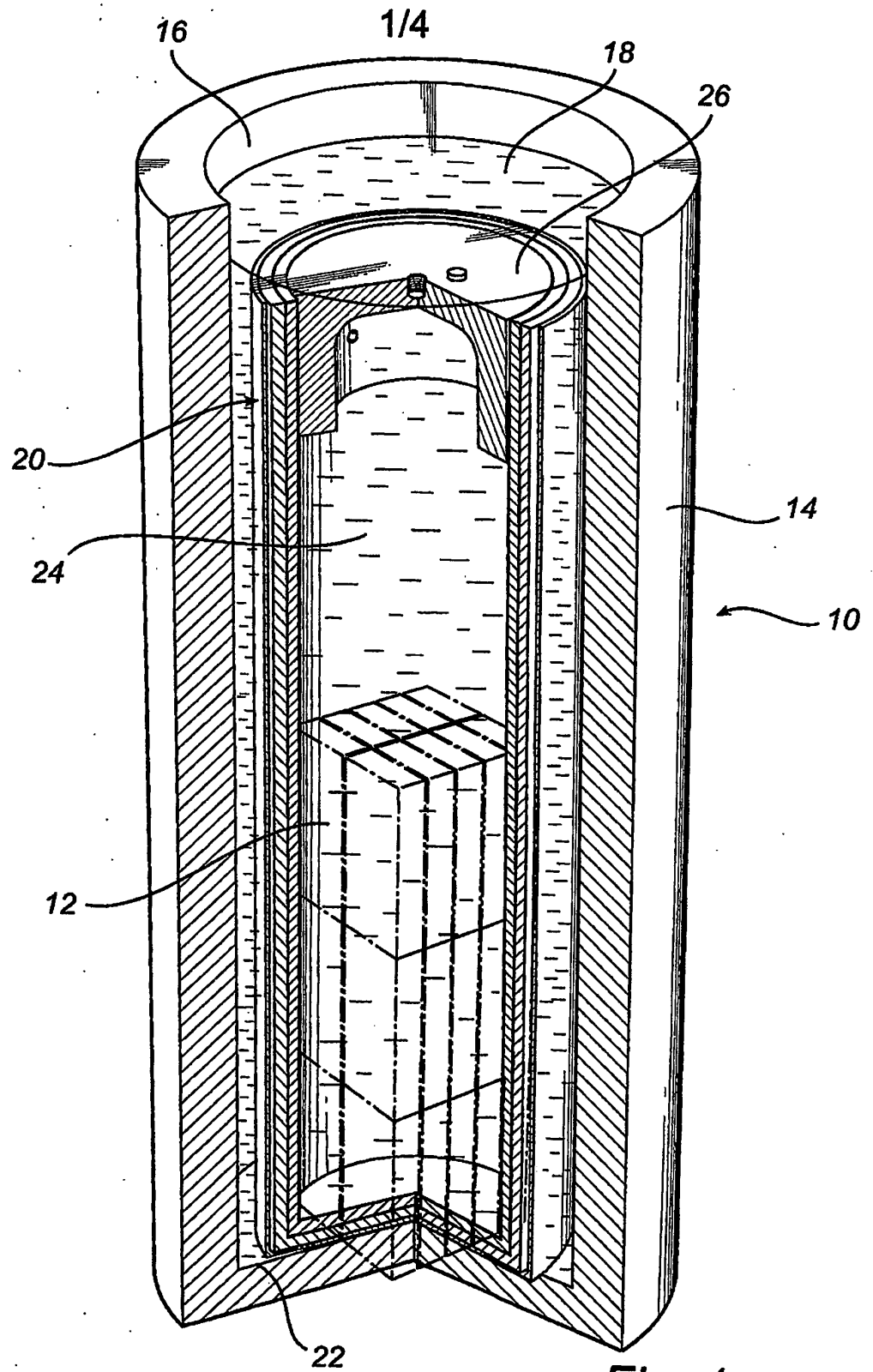


Fig. 1

2/4

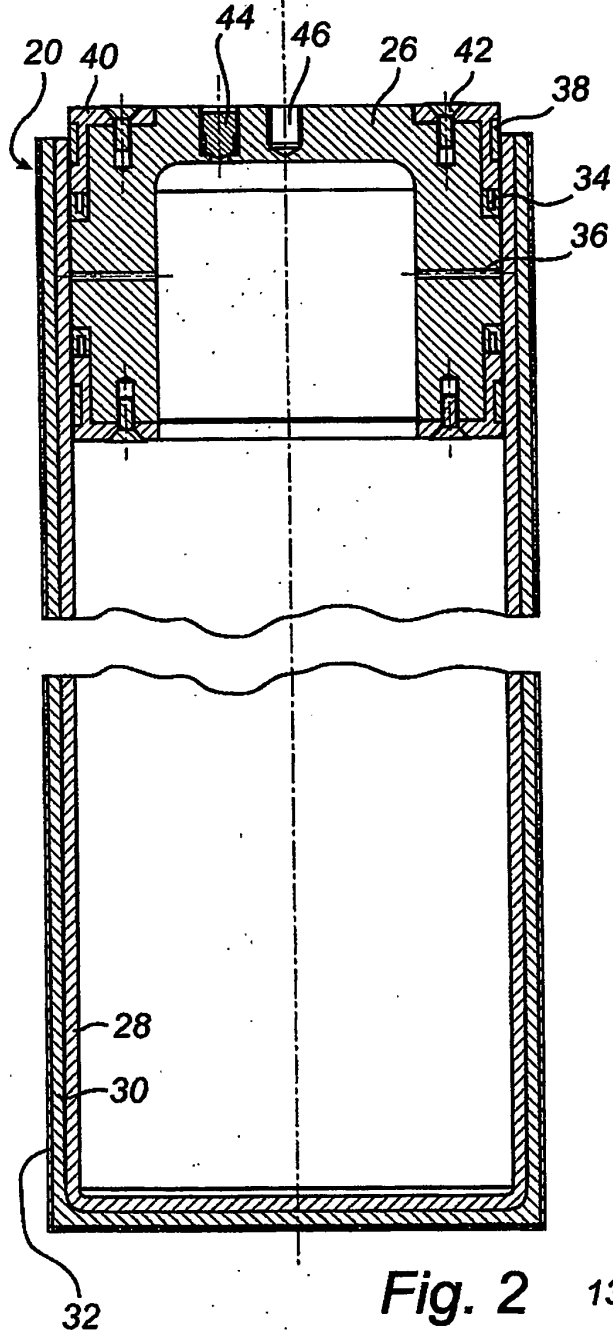


Fig. 2

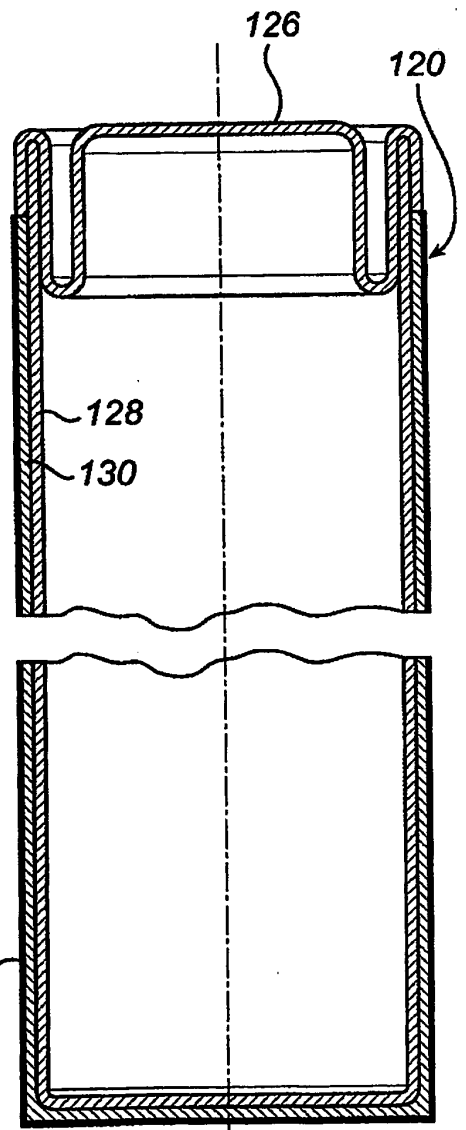


Fig. 3

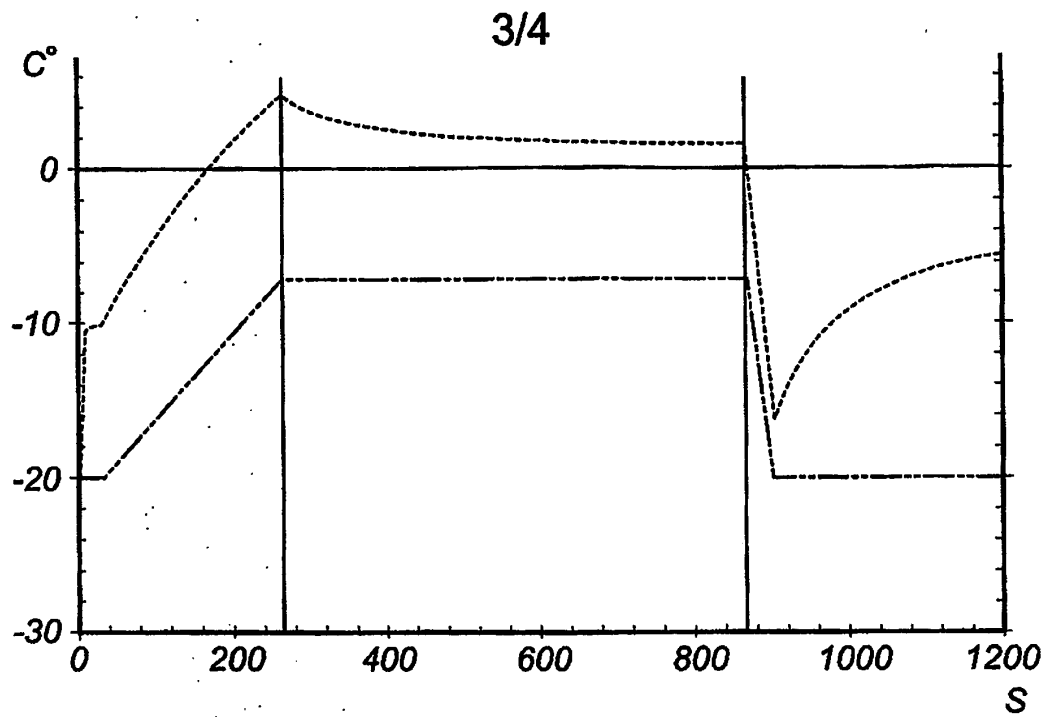


Fig. 4

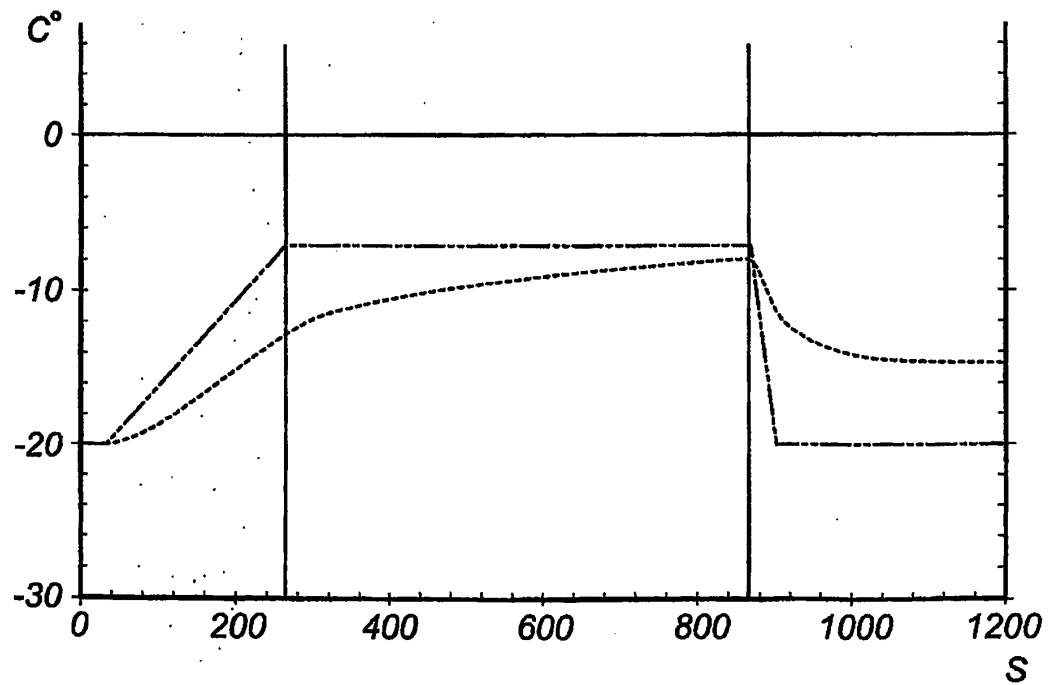


Fig. 5

4/4

